

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018706

International filing date: 15 December 2004 (15.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-419438
Filing date: 17 December 2003 (17.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 17 February 2005 (17.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

17.12.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年12月17日
Date of Application:

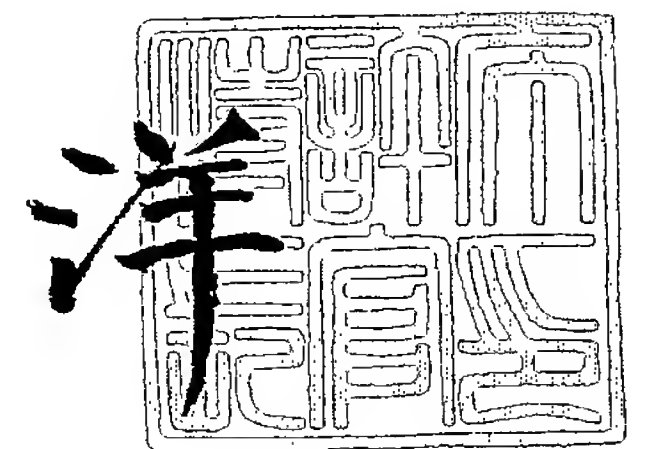
出願番号 特願2003-419438
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-419438]

出願人 住友電気工業株式会社
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

2005年 2月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 1031782
【提出日】 平成15年12月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B22F 3/00
H02K 1/02
H01F 1/24

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 豊田 晴久

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 五十嵐 直人

【発明者】
【住所又は居所】 大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内
【氏名】 尾山 仁

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 遠藤 康浩

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 水谷 良治

【特許出願人】
【識別番号】 000002130
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【代表者】 岡山 紀男

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社
【代表者】 齋藤 明彦

【代理人】
【識別番号】 100064746
【弁理士】
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】
【識別番号】 100085132
【弁理士】
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100083703
【弁理士】
【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】
【識別番号】 100096781
【弁理士】
【氏名又は名称】 堀井 豊
【選任した代理人】
【識別番号】 100098316
【弁理士】
【氏名又は名称】 野田 久登
【選任した代理人】
【識別番号】 100109162
【弁理士】
【氏名又は名称】 酒井 將行
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008693
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

始端部と終端部とを有し、前記始端部から前記終端部に向かって延びる磁力線が内部に形成される圧粉磁心であって、

前記始端部と前記終端部とを結ぶ前記磁力線の最短磁路上に位置し、透磁率 μa を有する第 1 の部分と、

前記磁力線の最短磁路上から離れて位置し、前記 μa よりも大きい透磁率 μb を有する第 2 の部分とを備える、圧粉磁心。

【請求項 2】

前記第 1 の部分は、相対的に小さい平均粒径を有する軟磁性粉末を含み、前記第 2 の部分は、相対的に大きい平均粒径を有する軟磁性粉末を含む、請求項 1 に記載の圧粉磁心。

【請求項 3】

前記第 1 の部分は、鉄粉を含み、前記第 2 の部分は、パーマロイ粉およびセンダスト粉の少なくともいずれか一方を含む、請求項 1 または 2 に記載の圧粉磁心。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の圧粉磁心を用いて作製されたステータコアであって、

環状に延在するヨーク部と、

前記ヨーク部から前記ヨーク部の半径方向に突出し、その突出した先端に前記始端部が位置する第 1 のティース部と、

前記ヨーク部から前記ヨーク部の半径方向に突出し、その突出した先端に前記終端部が位置し、前記第 1 のティース部と間隔を隔てて隣り合う第 2 のティース部とを備え、

前記第 1 および第 2 のティース部と前記ヨーク部とに囲まれた空間にはスロット部が規定されており、前記第 1 の部分は、前記スロット部に沿って延在し、前記第 2 の部分は、前記第 1 の部分に対して前記スロット部の反対側で延在している、ステータコア。

【請求項 5】

始端部と終端部とを有し、前記始端部から前記終端部に向けて所定の方に延びる磁力線が内部に形成される圧粉磁心であって、

長軸と短軸とを含み、互いに接合された扁平形状の複数の軟磁性粒子を備え、

前記複数の軟磁性粒子の各々は、前記長軸が延びる方向と前記磁力線が延びる方向とがほぼ一致するように接合されている、圧粉磁心。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の圧粉磁心を用いて作製されたステータコアであって、

環状に延在するヨーク部と、

前記ヨーク部から前記ヨーク部の半径方向に突出し、互いに間隔を隔てて設けられた複数のティース部とを備え、

前記ヨーク部を形成する前記複数の軟磁性粒子の各々は、前記長軸が延びる方向と前記ヨーク部が延在する周方向とがほぼ一致するように接合されており、

前記ティース部を形成する前記複数の軟磁性粒子の各々は、前記長軸が延びる方向と前記ヨーク部の半径方向とがほぼ一致するように接合されている、ステータコア。

【請求項 7】

前記ティース部は、前記ティース部が突出する先端に位置し、別に設けられたロータコアに向い合う先端部を含み、

前記先端部は、互いに接合された球形状の複数の軟磁性粒子から形成されている、請求項 6 に記載のステータコア。

【請求項 8】

互いに隣り合う 2 つの前記ティース部と前記ヨーク部とに囲まれた空間にはスロット部が規定されており、

前記ヨーク部および前記複数のティース部は、前記スロット部に沿って延在し、透磁率 μa を有する第 1 の部分と、前記第 1 の部分に対して前記スロット部の反対側で延在し、

前記 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b を有する第 2 の部分とを含む、請求項 6 または 7 に記載のステータコア。

【請求項 9】

前記第 1 の部分を形成する扁平形状の前記複数の軟磁性粒子は、前記長軸の平均長さが相対的に短く、前記第 2 の部分を形成する扁平形状の前記複数の軟磁性粒子は、前記長軸の平均長さが相対的に長い、請求項 8 に記載のステータコア。

【書類名】明細書

【発明の名称】圧粉磁心およびステータコア

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、一般的には、圧粉磁心およびステータコアに関し、より特定のには、軟磁性粉末が加圧成形されて作製された圧粉磁心およびステータコアに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、電動機のステータコアなどとして用いられる磁心を、軟磁性粉末を加圧成形することによって作製することが知られている。この場合、複数枚の電磁鋼板を重ね合わせて作製する場合と比較して、高透磁率を容易に得ることができる。また、複雑な形状であっても一体的に成形することができる。

【0 0 0 3】

このように軟磁性粉末を加圧成形して得られる圧粉磁心に関して、たとえば、特開平 1 0 - 3 3 5 1 2 8 号公報には、高磁束密度、低保磁力および低損失を実現し、高い機械的強度を有することを目的とした圧粉コアおよびその製造方法が開示されている（特許文献 1）。また別に、特開 2 0 0 3 - 2 3 5 1 8 6 号公報には、小型化を図ることを目的として、複数の発電コイル要素を周方向に組み合わせて製造する磁石発電機の製造方法が開示されている（特許文献 2）。

【0 0 0 4】

さらに、特開平 8 - 1 6 7 5 1 8 号公報には、ヒステリシス損を低減させ、延いては鉄損を低減させることを目的とした高周波用圧粉磁心およびその製造方法が開示されている（特許文献 3）。特許文献 3 に開示された高周波用圧粉磁心は、扁平加工された形状異方性軟磁性粉末をリング状に圧粉して作製される。この際、形状異方性軟磁性粉末の長軸を磁化困難な方向とし、短軸を磁化容易な方向として、形状異方性軟磁性粉末の長軸方向がリングの径方向に向かうように高周波用圧粉磁心が作製される。

【0 0 0 5】

また、特開平 1 1 - 2 3 8 6 1 4 号公報には、高透磁率、高飽和磁束密度ならびに優れた周波数特性および機械的強度を有することを目的とした軟質磁性材料およびそれを用いた電気機器が開示されている（特許文献 4）。特許文献 4 に開示された電動機の固定子は、金属粒子と、その金属粒子を覆う金属酸化物とからなる磁性粉末を加圧成形することによって作製される。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 3 3 5 1 2 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 2 3 5 1 8 6 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 1 6 7 5 1 8 号公報

【特許文献 4】特開平 1 1 - 2 3 8 6 1 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

特許文献 1 および 2 では、圧粉コアや発電コイルを構成するコアの全体が均一な材料によって形成されているため、透磁率の空間的な分布が存在しない。このため、圧粉コアや発電コイルを構成するコアの内部で磁束の粗密が発生し、局所的な磁気飽和によってエネルギーの損失が生じる。図 1 1 は、磁束の粗密の発生によって生じるエネルギー損失を説明するための電動機の正面図である。図 1 1 を参照して、上述のエネルギー損失について説明を行なう。

【0 0 0 7】

電動機 1 0 1 は、ヨーク部 1 0 2 および複数のティース部 1 0 3 とから構成されるステータコア 1 0 4 と、ステータコア 1 0 4 の内側に収容されたローターコア 1 0 5 とを備える。ヨーク部 1 0 2 と、互いに隣り合う 2 つのティース部 1 0 3 とに囲まれた領域には、スロット部 1 0 7 が規定されている。複数のティース部 1 0 3 の各々には、コイル 1 0 6

が集中巻きされている。

【0008】

コイル106に正弦波の交流電流が導入されると、電動機101の内部に磁束が流れ、所定の環状経路をたどる磁力線108が形成される。この際、磁束は、最短磁路をたどるように流れるため、磁力線108は、スロット部107に沿った領域、その領域の中でも特にティース部103とヨーク部102とのコーナー部110で密に形成される。また逆に、そのコーナー部110から離れたヨーク部102上の領域109では、磁力線108が疎に形成される。

【0009】

このように磁力線108が疎密に分布して形成された場合、磁力線108が密に形成された領域において磁気飽和が生じる。このため、正弦波の交流電流がコイル106に導入されているにもかかわらず、ステータコア104の内部の磁束密度は歪んだ波形で検出される。このように検出された磁束密度は、高調波成分を多く含んでいるため、結果としてステータコア104における鉄損が増大するという問題が生じる。

【0010】

一方、特許文献3に開示された高周波用圧粉磁心は、形状異方性軟磁性粉末の長軸方向がリングの径方向に向かうように形成されている。言い換えれば、軟磁性粉末の短軸方向が、磁束が流れる方向（リングの周方向）と一致するように圧粉磁心が形成されている。

【0011】

しかし、軟磁性粉末を高圧で加圧成形した場合、圧粉磁心は、軟磁性粉末を構成する複数の粒子が互いに近接した高密度成形体として得られる。このため、その粒子間の距離は短くなり、1個の粒子の磁気異方性は極めて小さくなる。したがって、このような高密度成形体においては、軟磁性粉末の粒界の存在が圧粉磁心の透磁率に極めて大きい影響を与える。

【0012】

つまり、特許文献3に開示された高周波用圧粉磁心では、軟磁性粉末の短軸方向に沿って磁束が流れるため、単位長さ当たりにおいて、磁束が軟磁性粉末の粒界を通過する回数が増大する。軟磁性粉末の粒界が存在すると磁束の流れが妨げられるため、圧粉磁心の透磁率が低下するという問題が発生する。

【0013】

また、特許文献4に開示された電動機の固定子では、金属粒子間に流れる渦電流を抑制するため、金属粒子が金属酸化膜によって覆われた磁性粉末が用いられている。しかし、高い磁束密度を得るため、電動機の固定子の真密度を高くしようとすると、加圧成形時に、金属粒子を覆う金属酸化膜が破壊されるおそれがある。この場合、粒子間渦電流に起因する鉄損が増大するという問題が発生する。

【0014】

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、所望の磁気的特性を有し、鉄損の低減が十分に図られた圧粉磁心およびステータコアを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

この発明の1つの局面に従った圧粉磁心は、始端部と終端部とを有し、始端部から終端部に向かって延びる磁力線が内部に形成される。圧粉磁心は、始端部と終端部とを結ぶ磁力線の最短磁路上に位置し、透磁率 μ_a を有する第1の部分と、磁力線の最短磁路上から離れて位置し、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b を有する第2の部分とを備える。

【0016】

このように構成された圧粉磁心によれば、最短磁路上から離れて位置する第2の部分は相対的に大きい透磁率 μ_b を有するため、第1の部分と比較して磁束が流れやすくなる。このため、磁束が磁路長を最短にしようと第1の部分に集中して流れる性質を有しているにもかかわらず、圧粉磁心の内部に形成される磁力線に第1の部分と第2の部分との間で粗密が生じることを抑制できる。これにより、第1の部分において局所的に磁束飽和が起

こることを防止し、圧粉磁心の鉄損を低減させることができる。

【0017】

また好ましくは、第1の部分は、相対的に小さい平均粒径を有する軟磁性粉末を含む。第2の部分は、相対的に大きい平均粒径を有する軟磁性粉末を含む。このように構成された圧粉磁心によれば、単位長さ当たりにおいて、磁束が軟磁性粉末の粒界を通過する回数が、第1の部分で相対的に多くなり、第2の部分で相対的に少なくなる。このため、同一材料からなる軟磁性粉末で圧粉磁心を形成しても、その粒径を適当に制御することによって、第1の部分の透磁率を相対的に小さく、第2の部分の透磁率を相対的に大きくすることができる。

【0018】

また好ましくは、第1の部分は、鉄粉を含む。第2の部分は、パーマロイ粉およびセンダスト粉の少なくともいずれか一方を含む。このように構成された圧粉磁心によれば、第2の部分は、高透磁率を有するパーマロイ粉や、高透磁率、低磁気異方性および低磁歪性を有するセンダスト粉を含む。このため、鉄粉を含む第1の部分に対して、第2の部分を高透磁率にすることができる。

【0019】

この発明の1つの局面に従ったステータコアは、上述のいずれかに記載の圧粉磁心を用いて作製されたステータコアである。ステータコアは、環状に延在するヨーク部と、第1のティース部と、第2のティース部とを備える。第1のティース部は、ヨーク部からヨーク部の半径方向に突出し、その突出した先端に始端部が位置する。第2のティース部は、ヨーク部からヨーク部の半径方向に突出し、その突出した先端に終端部が位置し、第1のティース部と間隔を隔てて隣り合う。第1および第2のティース部とヨーク部とに囲まれた空間にはスロット部が規定されている。第1の部分は、スロット部に沿って延在し、第2の部分は、第1の部分に対してスロット部の反対側で延在している。

【0020】

このように構成されたステータコアによれば、交流電流が導入されることによって、ステータコアには、第1のティース部からヨーク部、ヨーク部から第2のティース部と順に流れる磁束が形成される。この際、磁束は、最短磁路をとろうとスロット部に沿った第1の部分に集中して流れようとする。しかし、相対的に大きい透磁率を有する第2の部分を第1の部分の周りに形成することによって、第1および第2の部分に等しく磁束を流すことができる。これにより、ステータコアの内部で局所的な磁束飽和が起こることを防止し、ステータコアにおける鉄損を低減させることができる。

【0021】

この発明の別の局面に従った圧粉磁心は、始端部と終端部とを有し、始端部から終端部に向けて所定方向に延びる磁力線が内部に形成される。圧粉磁心は、長軸と短軸とを含み、互いに接合された扁平形状の複数の軟磁性粒子を備える。複数の軟磁性粒子の各々は、長軸が延びる方向と磁力線が延びる方向とがほぼ一致するように接合されている。

【0022】

このように構成された圧粉磁心によれば、軟磁性粒子の長軸が延びる方向と磁力線が延びる方向とを一致させることによって、単位長さ当たりにおいて、磁束が軟磁性粒子の粒界を通過する回数を少なくすることができる。これにより、圧粉磁心の透磁率を向上させ、延いては圧粉磁心の鉄損を低減させることができる。

【0023】

この発明の別の局面に従ったステータコアは、上述の圧粉磁心を用いて作製されたステータコアである。ステータコアは、環状に延在するヨーク部と、ヨーク部からヨーク部の半径方向に突出し、互いに間隔を隔てて設けられた複数のティース部とを備える。ヨーク部を形成する複数の軟磁性粒子の各々は、長軸が延びる方向とヨーク部が延在する周方向とがほぼ一致するように接合されている。ティース部を形成する複数の軟磁性粒子の各々は、長軸が延びる方向とヨーク部の半径方向とがほぼ一致するように接合されている。

【0024】

このように構成されたステータコアによれば、交流電流が導入されることによって、ステータコアには、ティース部からヨーク部、ヨーク部から前述のティース部に隣り合う別のティース部と順に流れる磁束が形成される。この際、磁束は、ヨーク部ではヨーク部が延在する周方向に流れ、ティース部ではヨーク部の半径方向、つまりティース部が突出する方向に流れる。このため、ヨーク部およびティース部の各々において、軟磁性粒子の長軸が延びる方向と磁力線が延びる方向とを一致させることができる。これにより、ステータコアの透磁率を向上させ、延いてはステータコアの鉄損を低減させることができる。

【0025】

また好ましくは、ティース部は、ティース部が突出する先端に位置し、別に設けられたローターコアに向い合う先端部を含む。先端部は、互いに接合された球形状の複数の軟磁性粒子から形成されている。このように構成されたステータコアでは、ローターコアとティース部との間を行き来する磁束の方向は、ローターコアの回転に伴って絶えず変化する。しかし、本発明では、その磁束の方向が変化するティース部の先端部が球形状の軟磁性粒子から形成されている。これにより、その部分の磁氣的な等方性を確保できるため、磁束の方向によって透磁率が低下することを防止できる。

【0026】

また好ましくは、互いに隣り合う2つのティース部とヨーク部とに囲まれた空間にはスロット部が規定されている。ヨーク部および複数のティース部は、スロット部に沿って延在する第1の部分と、第1の部分に対してスロット部の反対側で延在する第2の部分とを含む。第1の部分は、透磁率 μ_a を有し、第2の部分は、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b を有する。

【0027】

このように構成されたステータコアによれば、磁束は、最短磁路をとろうとスロット部に沿った第1の部分に集中して流れようとする。しかし、相対的に大きい透磁率を有する第2の部分を第1の部分の周りに形成することによって、第1および第2の部分に等しく磁束を流すことができる。これにより、ステータコアの内部で局所的な磁束飽和が起こることを防止し、ステータコアにおける鉄損をさらに低減させることができる。

【0028】

また好ましくは、第1の部分を形成する扁平形状の複数の軟磁性粒子は、長軸の平均長さが相対的に短く、第2の部分を形成する扁平形状の複数の軟磁性粒子は、長軸の平均長さが相対的に長い。このように構成されたステータコアによれば、単位長さ当たりにおいて、磁束が粒界を通過する回数が、第1の部分で相対的に多くなり、第2の部分で相対的に少なくなる。このため、同一材料からなる軟磁性粒子を用いても、その粒径を適当に制御することによって、第1の部分の透磁率を相対的に小さく、第2の部分の透磁率を相対的に大きくすることができる。

【発明の効果】

【0029】

以上説明したように、この発明に従えば、所望の磁氣的特性を有し、鉄損の低減が十分に図られた圧粉磁心およびステータコアを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0031】

(実施の形態1)

図1は、この発明の実施の形態1におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。図2は、図1中の2点鎖線IIで囲んだ範囲を拡大して示した断面図である。

【0032】

図1を参照して、電動機1は、リング状のステータコア10と、ステータコア10の内周側に配置された円柱状のローターコア2とを備える。ローターコア2は、中心部に回転軸4を有する。ローターコア2が回転軸4を中心に回転することによって、電動機1から

回転運動が出力される。ローターコア 2 の周縁には、所定の角度ごとに永久磁石 3 が埋め込まれている。

【0033】

ステータコア 10 は、環状に延在するヨーク部 11 と、ヨーク部 11 からヨーク部 11 の内周側に突出する複数のティース部 12 とから構成されている。複数のティース部 12 は、互いに間隔を隔てて所定の角度ごとに設けられている。ティース部 12 は、ヨーク部 11 からヨーク部 11 の半径方向に帯状に延在している。ティース部 12 は、ティース部 12 が突出する先端に、ローターコア 2 の外周面に向い合う先端部 19 を有する。先端部 19 は、ティース部 12 の他の部分に比べて、ヨーク部 11 の周方向の幅が広がって形成されている。ティース部 12 には、コイル 13 が集中巻きされている。

【0034】

図 2 を参照して、ヨーク部 11 と、隣り合うティース部 12 m および 12 n とに囲まれた空間には、スロット部 14 が規定されている。スロット部 14 は、ローターコア 2 に向い合う内周側で開口している。ティース部 12 m および 12 n にそれぞれ巻かれたコイル 13 の一部は、スロット部 14 に位置決めされている。ティース部 12 m には、先端部 19 がローターコア 2 の外周面に向い合う部分に始端部 15 が規定されており、ティース部 12 n には、先端部 19 がローターコア 2 の外周面に向い合う部分に終端部 16 が規定されている。

【0035】

ステータコア 10 は、始端部 15 から終端部 16 に渡ってスロット部 14 に沿って帯状に延在する第 1 の部分 17 と、第 1 の部分 17 を除いた領域を占める第 2 の部分 18 とを含む。第 2 の部分 18 は、第 1 の部分 17 に対してスロット部 14 の反対側に位置している。第 2 の部分 18 は、ティース部 12 において、第 1 の部分 17 に挟まれた領域でヨーク部 11 の半径方向に帯状に延在しており、ヨーク部 11 において、第 1 の部分 17 よりも外周側でヨーク部 11 の周方向に帯状に延在している。

【0036】

ステータコア 10 は、軟磁性粉末を加圧成形して得られる圧粉磁心を用いて形成されている。軟磁性粉末は、複数の軟磁性粒子の集合体である。第 2 の部分 18 に位置する軟磁性粒子の平均粒径 D_b は、第 1 の部分 17 に位置する軟磁性粒子の平均粒径 D_a よりも大きい。平均粒径 D_a は、たとえば、 $100\mu\text{m}$ 程度であり、平均粒径 D_b は、 $100\mu\text{m}$ よりも大きい粒径である。このように軟磁性粒子の平均粒径を制御することによって、第 1 の部分 17 は、透磁率 μ_a で形成され、第 2 の部分 18 は、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b で形成される。

【0037】

なお、ここで言う平均粒径とは、ふるい法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さいほうからの質量の和が総質量の 50% に達する粒子の粒径、つまり 50% 粒径 D をいう。

【0038】

軟磁性粒子としては、絶縁被膜で覆われた金属磁性粒子が用いられている。金属磁性粒子としては、たとえば、鉄 (Fe)、鉄 (Fe) - シリコン (Si) 系合金、鉄 (Fe) - 窒素 (N) 系合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) 系合金、鉄 (Fe) - 炭素 (C) 系合金、鉄 (Fe) - ホウ素 (B) 系合金、鉄 (Fe) - コバルト (Co) 系合金、鉄 (Fe) - リン (P) 系合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) - コバルト (Co) 系合金および鉄 (Fe) - アルミニウム (Al) - シリコン (Si) 系合金などを用いることができる。

【0039】

また、絶縁被膜は、たとえば、金属磁性粒子にリン酸処理が施されることによって形成される。好ましくは、絶縁被膜は、酸化物を含有する。この酸化物を含有する絶縁被膜としては、リンと鉄とを含むリン酸鉄の他、リン酸マンガン、リン酸亜鉛、リン酸カルシウム、酸化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウムまたは酸化ジルコニウムなどの酸化物

絶縁体を使用することができる。

【0040】

絶縁被膜は、金属磁性粒子間の絶縁層として機能する。金属磁性粒子を絶縁被膜で覆うことによって、軟磁性粉末の電気抵抗率 ρ を大きくすることができる。これにより、金属磁性粒子間に渦電流が流れるのを抑制して、渦電流に起因するステータコア 10 の鉄損を低減させることができる。

【0041】

図 3 は、ステータコアに形成された磁力線を示す電動機の断面図である。図 3 を参照して、コイル 13 に交流電流を導入すると、ティース部 12m、ヨーク部 11、ティース部 12n およびロータコア 2 と順にたどる環状回路に磁束が流れる。その結果、ステータコア 10 の内部には、始端部 15 から終端部 16 に向かう磁力線 20 が形成される。

【0042】

この際、磁束は、始端部 15 と終端部 16 とを結ぶ最短磁路をとろうとするため、その最短磁路上に位置する第 1 の部分 17 に集中して流れようとする。しかし、第 2 の部分 18 は、第 1 の部分 17 よりも大きい透磁率を有し、磁束が流れやすい状態にあるため、磁束が第 1 の部分 17 に集中して流れることを抑制できる。これにより、磁力線 20 は、第 1 の部分 17 から第 2 の部分 18 までの間に渡ってほぼ等間隔に形成される。

【0043】

この発明の実施の形態 1 における圧粉磁心は、始端部 15 と終端部 16 とを有し、始端部 15 から終端部 16 に向かって延びる磁力線 20 が内部に形成される。圧粉磁心は、始端部 15 と終端部 16 とを結ぶ磁力線 20 の最短磁路上に位置し、透磁率 μ_a を有する第 1 の部分 17 と、磁力線 20 の最短磁路上から離れて位置し、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b を有する第 2 の部分 18 とを備える。

【0044】

ステータコア 10 は、環状に延在するヨーク部 11 と、第 1 のティース部としてのティース部 12m と、第 2 のティース部としてのティース部 12n とを備える。ティース部 12m は、ヨーク部 11 からヨーク部 11 の半径方向に突出し、その突出した先端に始端部 15 が位置する。ティース部 12n は、ヨーク部 11 からヨーク部 11 の半径方向に突出し、その突出した先端に終端部 16 が位置し、ティース部 12m と間隔を隔てて隣り合う。ティース部 12m および 12n とヨーク部 11 とに囲まれた空間にはスロット部 14 が規定されている。第 1 の部分 17 は、スロット部 14 に沿って延在し、第 2 の部分 18 は、第 1 の部分 17 に対してスロット部 14 の反対側で延在している。

【0045】

なお、本実施の形態では、ステータコア 10 の全体が圧粉磁心により形成されている場合について説明したが、ステータコア 10 の一部分、たとえばティース部 12 のみが圧粉磁心によって形成されていてもよい。この場合、たとえば、複数枚の電磁鋼板を重ね合わせてヨーク部 11 が形成され、そのヨーク部 11 とティース部 12 とを組み合わせることでステータコア 10 が作製される。また、ステータコア 10 は、別々に加圧成形された複数の成形体が互いに組み合わされて形成されていてもよい。

【0046】

続いて、図 1 中のステータコア 10 の製造方法について説明を行なう。まず、金属磁性粒子を準備し、その金属磁性粒子に熱処理を行なう。熱処理は、たとえば、100℃以上 1000℃以下の温度で、1時間以上行なう。その後、金属磁性粒子の表面に絶縁被膜を形成し、平均粒径の異なる 2 種類の軟磁性粉末を作製する。

【0047】

次に、得られた軟磁性粉末を金型に入れ、たとえば、700MPa から 1500MPa までの圧力で軟磁性粉末を加圧成形する。図 4 は、この発明の実施の形態 1 において、加圧成形工程に用いられる金型装置を示す断面図である。図 4 を参照して、部分的に透磁率が異なる成形体を形成する方法について説明する。

【0048】

金型装置 31 は、軟磁性粉末が投入される加圧空間を規定するダイ 32 および下パンチ 33 と、ダイ 32 の上方に並んで配置されたシュー 35a から 35c および上パンチ 36 とを備える。ダイ 32 には、ダイ 32 を所定の温度に加熱するためのバンドヒータ 34 が設けられている。

【0049】

まず、相対的に大きい平均粒径を有する軟磁性粉末 38 をシュー 35b にセットし、相対的に小さい平均粒径を有する軟磁性粉末 37 をシュー 35a および 35c にセットする。バンドヒータ 34 に通電しダイ 32 を加熱した後、シュー 35a から 35c にセットされた軟磁性粉末を加圧空間に投入する。すると、加圧空間の両端部に相対的に小さい平均粒径を有する軟磁性粉末 37 が配置され、加圧空間の中央部に相対的に大きい平均粒径を有する軟磁性粉末 38 が配置される。

【0050】

次に、上パンチ 36 を下方に移動させ、加圧空間に充填された軟磁性粉末を加圧成形する。なお、加圧成形する雰囲気は、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気とすることが好ましい。この場合、大気中の酸素によって混合粉末が酸化されるのを抑制できる。

【0051】

以上に説明した方法を応用することによって、第 1 の部分 17 と第 2 の部分 18 とが異なる平均粒径の軟磁性粉末から形成されたステータコア 10 を作製することができる。なお、金型を加熱せず室温での成形においても、粒径分布の異なるステータコア 10 を作製することが可能である。

【0052】

次に、加圧成形によって得られたステータコア 10 を、たとえば 400℃以上の温度で 1 時間、熱処理する。これにより、加圧成形時にステータコア 10 の内部に発生した歪および転位を取り除くことができる。以上の工程によって、図 1 中に示すステータコア 10 が完成する。

【0053】

このように構成されたステータコア 10 によれば、磁束が最短磁路上に集中して流れることを抑制できるため、第 1 の部分 17 で磁束飽和が起きることを防止できる。またこのため、第 1 の部分 17 からスロット部 14 に向けた磁束漏れを低減させることができる。これにより、ステータコア 10 の鉄損を十分に低減させ、電動機 1 で大きいトルクを得ることができる。

【0054】

(実施の形態 2)

この発明の実施の形態 2 におけるステータコアは、実施の形態 1 におけるステータコア 10 と比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0055】

本実施の形態では、第 1 の部分 17 に位置する軟磁性粒子は、絶縁被膜で覆われた鉄粉によって形成されており、第 2 の部分 18 に位置する軟磁性粒子は、絶縁被膜で覆われたパーマロイ粉またはセンダスト粉によって形成されている。これにより、第 1 の部分 17 は、透磁率 μ_a を有し、第 2 の部分 18 は、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b を有する。なお、本実施の形態では、第 1 の部分 17 に位置する軟磁性粒子の平均粒径 D_a と、第 2 の部分 18 に位置する軟磁性粒子の平均粒径 D_b とは等しいが、平均粒径 D_b が平均粒径 D_a より大きくてもよい。

【0056】

このように構成されたステータコアによれば、実施の形態 1 に記載の効果と同様の効果を奏することができる。

【0057】

(実施の形態 3)

この発明の実施の形態 3 におけるステータコアは、実施の形態 1 におけるステータコア

10と比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0058】

本実施の形態では、ステータコアの全体が、平均粒径が均一な同一材料の軟磁性粒子によって形成されている。但し、第1の部分17と第2の部分18とを別々に作製し、その後、互いに組み合わせることによってステータコアを完成する。この際、第1および第2の部分17および18の熱履歴に差を設けることによって、第1の部分17を、透磁率 μ_a で形成し、第2の部分18を、 μ_a よりも大きい透磁率 μ_b で形成する。

【0059】

以下、本実施の形態におけるステータコアの製造方法について説明を行なう。まず、平均粒径および材質の等しい金属磁性粒子を2つ別々に準備し、その一方の金属磁性粒子にのみ熱処理を行なう。熱処理の条件は、実施の形態1に記載の条件と同様である。その後、金属磁性粒子の表面に絶縁被膜を形成し、熱処理の有無による差がある2種類の軟磁性粉末を作製する。

【0060】

次に、得られた軟磁性粉末を金型に入れ、たとえば、700MPaから1500MPaまでの圧力で軟磁性粉末を加圧成形する。これにより、金属磁性粒子に熱処理を実施した軟磁性粉末から第2の部分18を形成し、金属磁性粒子に熱処理を実施しなかった軟磁性粉末から第1の部分17を形成する。

【0061】

次に、加圧成形によって得られた第1の部分17を、たとえば300℃以上400℃未満の温度で1時間、熱処理する。また、加圧成形によって得られた第2の部分18を、たとえば400℃以上の温度で1時間、熱処理する。その後、第1の部分17と第2の部分18とを、たとえば圧入によって互いに組み合わせ、ステータコアを完成させる。

【0062】

このように構成されたステータコアによれば、実施の形態1に記載の効果と同様の効果を奏することができる。

【0063】

(実施の形態4)

図5は、この発明の実施の形態4におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。図5では、実施の形態1における図2に相当する範囲が示されており、ステータコアを形成する軟磁性粒子が模式的に拡大して表されている。この発明の実施の形態4におけるステータコアは、実施の形態1におけるステータコア10と、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0064】

図5を参照して、本実施の形態におけるステータコア30は、扁平形状を有する軟磁性粒子51を加圧成形して得られる圧粉磁心を用いて形成されている。軟磁性粒子51は、短軸53と長軸52とを有する。軟磁性粒子51は、実施の形態1に記載の金属磁性粒子および絶縁被膜によって形成されている。

【0065】

なお、図中では、回転楕円体形状の軟磁性粒子51を示したが、軟磁性粒子51は、楕円柱形状を有していてもよい。この場合、楕円柱を構成する楕円の長軸が長軸52となり、楕円柱を構成する楕円の短軸または楕円柱の高さが短軸53となる。また、回転楕円体および楕円柱を構成する楕円は、厳密な意味の楕円である必要はなく、相対的に長い径と相対的に短い径とが特定される円形であればよい。

【0066】

ティース部12（図中では、12mおよび12n）に位置する軟磁性粒子51は、ヨーク部11の半径方向（矢印56に示す方向）と長軸52が延びる方向とが一致するように設けられている。ヨーク部11に位置する軟磁性粒子51は、ヨーク部11の周方向（矢印57に示す方向）と長軸52が延びる方向とが一致するように設けられている。

【0 0 6 7】

コイル 1 3 に交流電流を導入すると、ティース部 1 2 m、ヨーク部 1 1、ティース部 1 2 n およびロータコア 2 と順にたどる環状回路に磁束が流れ、ステータコア 3 0 の内部には、始端部 1 5 から終端部 1 6 に向かう磁力線が形成される。この磁力線が延びる方向は、ティース部 1 2 およびヨーク部 1 1 のいずれにおいても、軟磁性粒子 5 1 の長軸 5 2 が延びる方向と一致する。

【0 0 6 8】

この発明の実施の形態 4 における圧粉磁心は、始端部 1 5 と終端部 1 6 とを有し、始端部 1 5 から終端部 1 6 に向けて所定の方に延びる磁力線が内部に形成される。圧粉磁心は、長軸 5 2 と短軸 5 3 とを含み、互いに接合された扁平形状の複数の軟磁性粒子 5 1 を備える。複数の軟磁性粒子 5 1 の各々は、長軸 5 2 が延びる方向と磁力線が延びる方向とがほぼ一致するように接合されている。

【0 0 6 9】

ステータコア 3 0 は、環状に延在するヨーク部 1 1 と、ヨーク部 1 1 からヨーク部 1 1 の半径方向に突出し、互いに間隔を隔てて設けられた複数のティース部 1 2 とを備える。ヨーク部 1 1 を形成する複数の軟磁性粒子 5 1 の各々は、長軸 5 2 が延びる方向とヨーク部 1 1 が延在する周方向とがほぼ一致するように接合されている。ティース部 1 2 を形成する複数の軟磁性粒子 5 1 の各々は、長軸 5 2 が延びる方向とヨーク部 1 1 の半径方向とがほぼ一致するように接合されている。

【0 0 7 0】

続いて、図 5 中のステータコアの製造方法について説明を行なう。まず、実施の形態 1 に記載の製造方法と同様に、扁平形状の金属磁性粒子を準備し、その金属磁性粒子に所定の熱処理を行なう。その後、金属磁性粒子の表面に絶縁被膜を形成し、複数の軟磁性粒子 5 1 からなる軟磁性粉末を作製する。

【0 0 7 1】

次に、得られた軟磁性粉末を金型に入れ、たとえば、7 0 0 MP a から 1 5 0 0 MP a までの圧力で軟磁性粉末を加圧成形する。図 6 は、この発明の実施の形態 4 において、加圧成形工程に用いられる金型装置を示す断面図である。図 6 を参照して、扁平形状の軟磁性粒子を所定の方向に配向させて成形体を形成する方法について説明する。

【0 0 7 2】

金型装置 7 1 は、図 4 中に示す金型装置 3 1 と比較して、基本的に同様の構造を備えるが、ダイ 3 2 の周囲には超電導コイル 7 2 が設けられている。また、ダイ 3 2 の上方には、シュー 3 5 a から 3 5 c のかわりにシュー 3 5 が設けられている。シュー 3 5 には、先の工程で得られた軟磁性粉末がセットされる。

【0 0 7 3】

本実施の形態では、加熱空間に軟磁性粉末を投入した後、超電導コイル 7 2 に電流を導入することによって、軟磁性粉末に 1 (T) を超える磁場を印加する。次に、磁場を印加した状態を維持したまま、上パンチ 3 6 を下方に移動させ、加圧空間に充填された軟磁性粉末を加圧成形する。

【0 0 7 4】

磁場の印加によって、軟磁性粒子 5 1 は、磁化容易軸方向である長軸 5 2 が延びる方向に配向されながら加圧成形される。以上に説明した方法を応用することによって、ヨーク部 1 1 およびティース部 1 2 の各々において、長軸 5 2 が延びる方向と磁力線が延びる方向とが一致するように軟磁性粒子 5 1 が配向されたステータコア 3 0 を作製することができる。

【0 0 7 5】

このように構成されたステータコア 3 0 によれば、単位長さ当たりにおいて、ステータコア 3 0 を流れる磁束が軟磁性粒子 5 1 の粒子間粒界を通過する回数を減少させることができる。これにより、ステータコア 3 0 の透磁率を大きくすることができ、さらにスロット部 1 4 に向けた磁束漏れを低減させることができる。また、ステータコア 3 0 の密度を

上げることなく、所望の磁束密度を実現することができるため、軟磁性粉末の加圧成形時、金属磁性粒子の表面を覆う絶縁被膜が破壊されることがない。以上の理由から、ステータコア30の鉄損を低減させることができる。

【0076】

(実施の形態5)

図7は、この発明の実施の形態5におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。図7では、実施の形態1における図2に相当する範囲が示されており、ステータコアを形成する軟磁性粒子が模式的に拡大して表されている。この発明の実施の形態5におけるステータコアは、実施の形態4におけるステータコアと比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0077】

図7を参照して、本実施の形態におけるステータコア40では、ティース部12の先端部19が、互いに接合された球形状の複数の軟磁性粒子61から形成されている。軟磁性粒子61は、ティース部12がロータコア2の外周面に向い合う部分に配置されている。

【0078】

このように構成されたステータコア40によれば、実施の形態4に記載の効果と同様の効果を奏することができる。また、ロータコア2とティース部12との間を行き来する磁束の方向は、ロータコア2の回転に伴って絶えず変化する。この磁束が変化する位置に球形状の軟磁性粒子61を配置することによって、その部分の磁氣的な等方性を確保することができる。これにより、磁束の方向によっては磁束が流れにくくなるという事態を回避することができる。

【0079】

(実施の形態6)

この発明の実施の形態6におけるステータコアは、実施の形態5におけるステータコア40と比較して、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0080】

本実施の形態では、ステータコアは、別々に加圧成形されて形成されたヨーク部11とティース部12とが互いに組み合わせられて構成されている。図8および図9は、この発明の実施の形態6におけるステータコアの製造方法の工程を示す断面図である。

【0081】

図8を参照して、加圧成形工程を実施することによって、長軸52がそれぞれ所定の方向に配向された状態のヨーク部11とティース部12とを別々に作製する。図9を参照して、得られたヨーク部11とティース部12とを組み合わせ、ステータコア50を完成する。この際、加圧成形工程時に、ヨーク部11およびティース部12に凹部と凸部とをそれぞれ成形し、その凹部と凸部とを嵌め合わせて両者を組み合わせてもよい。

【0082】

このように構成されたステータコア50によれば、実施の形態4に記載の効果と同様の効果を奏することができる。加えて、軟磁性粒子51の配向される方向が異なる部分を別々に作製することによって、加圧成形工程を容易に実施することができる。

【0083】

(実施の形態7)

図10は、この発明の実施の形態7におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。この発明の実施の形態7におけるステータコアは、実施の形態4におけるステータコアと、基本的には同様の構造を備える。以下、重複する構造については説明を省略する。

【0084】

図10を参照して、本実施の形態では、ステータコア60が、相対的に短い長軸52を有する軟磁性粒子51pと、相対的に長い長軸52を有する軟磁性粒子51qとの2種類

から形成されている。軟磁性粒子 51p は、実施の形態 1 に記載の第 1 の部分 17 に配置されており、軟磁性粒子 51q は、同様に実施の形態 1 に記載の第 2 の部分 18 に配置されている。軟磁性粒子 51p および 51q は、ヨーク部 11 およびティース部 12 のそれぞれにおいて、磁力線が延びる方向と長軸 52 が延びる方向とが一致するように配向されている。

【0085】

このように構成されたステータコア 60 によれば、実施の形態 1 および 4 に記載の効果を同時に得ることができる。これにより、ステータコア 60 の鉄損を飛躍的に低減させることができる。

【0086】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図 1】この発明の実施の形態 1 におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。

【図 2】図 1 中の 2 点鎖線 I-I で囲んだ範囲を拡大して示した断面図である。

【図 3】ステータコアに形成された磁力線を示す電動機の断面図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 において、加圧成形工程に用いられる金型装置を示す断面図である。

【図 5】この発明の実施の形態 4 におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。

【図 6】この発明の実施の形態 4 において、加圧成形工程に用いられる金型装置を示す断面図である。

【図 7】この発明の実施の形態 5 におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。

【図 8】この発明の実施の形態 6 におけるステータコアの製造方法の工程を示す断面図である。

【図 9】この発明の実施の形態 6 におけるステータコアの製造方法の別の工程を示す断面図である。

【図 10】この発明の実施の形態 7 におけるステータコアを用いた電動機を示す断面図である。

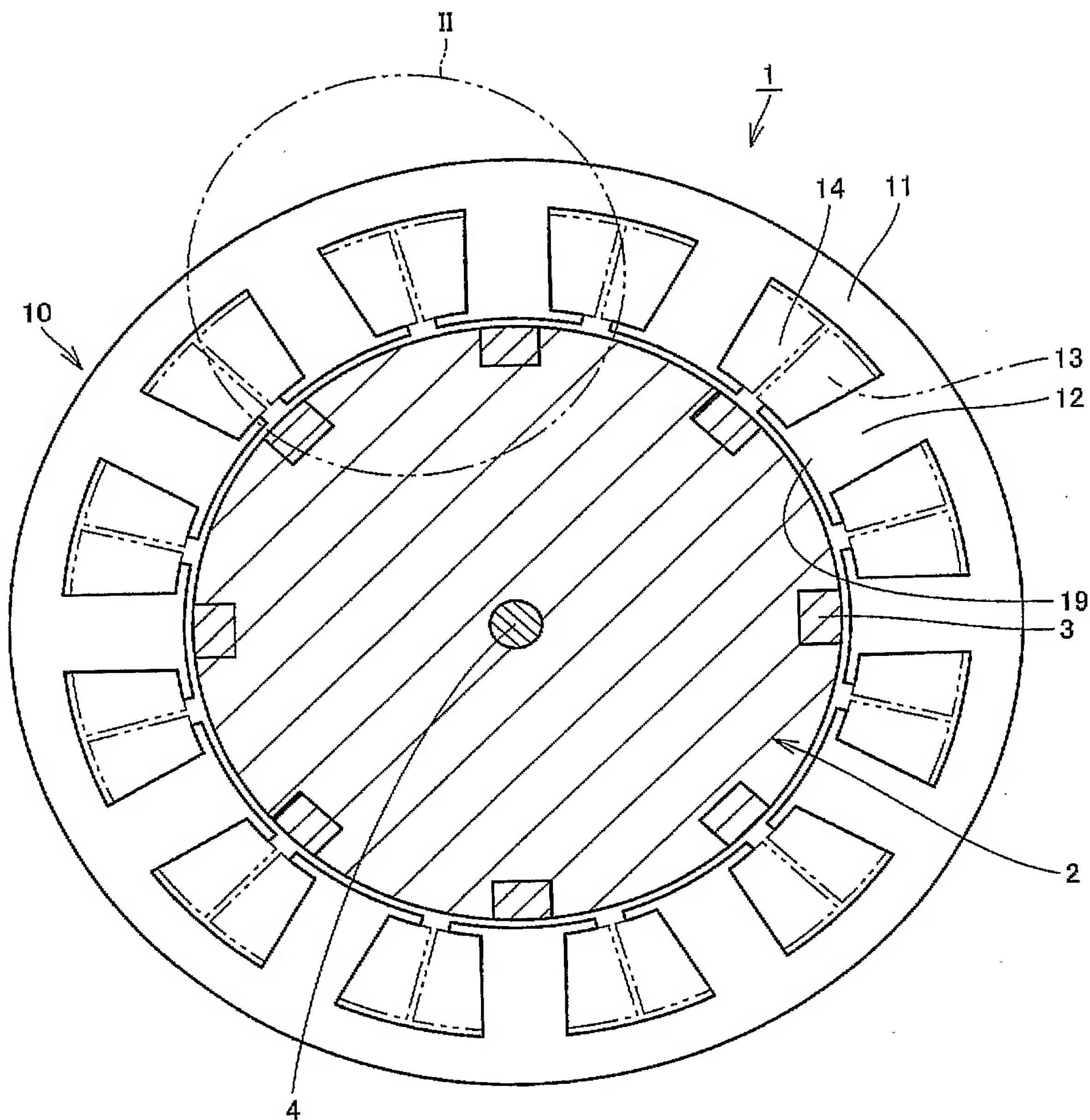
【図 11】磁束の粗密の発生によって生じるエネルギー損失を説明するための電動機の正面図である。

【符号の説明】

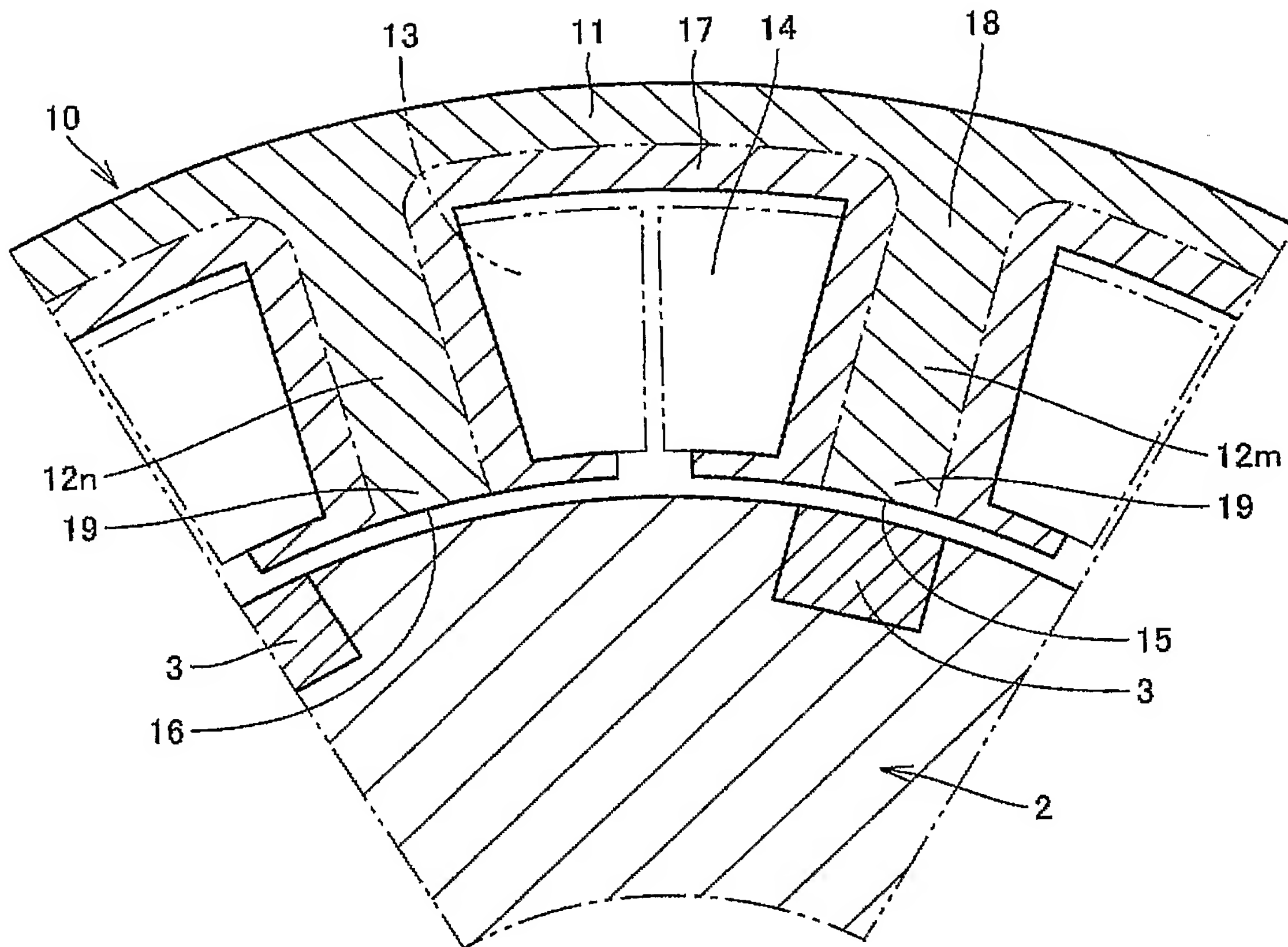
【0088】

2 ローターコア、10, 30, 40, 50, 60 ステータコア、11 ヨーク部、
12, 12m, 12n ティース部、14 スロット部、15 始端部、16 終端部、
17 第 1 の部分、18 第 2 の部分、19 先端部、20 磁力線、51, 51p, 51q, 61 軟磁性粒子、52 長軸、53 短軸。

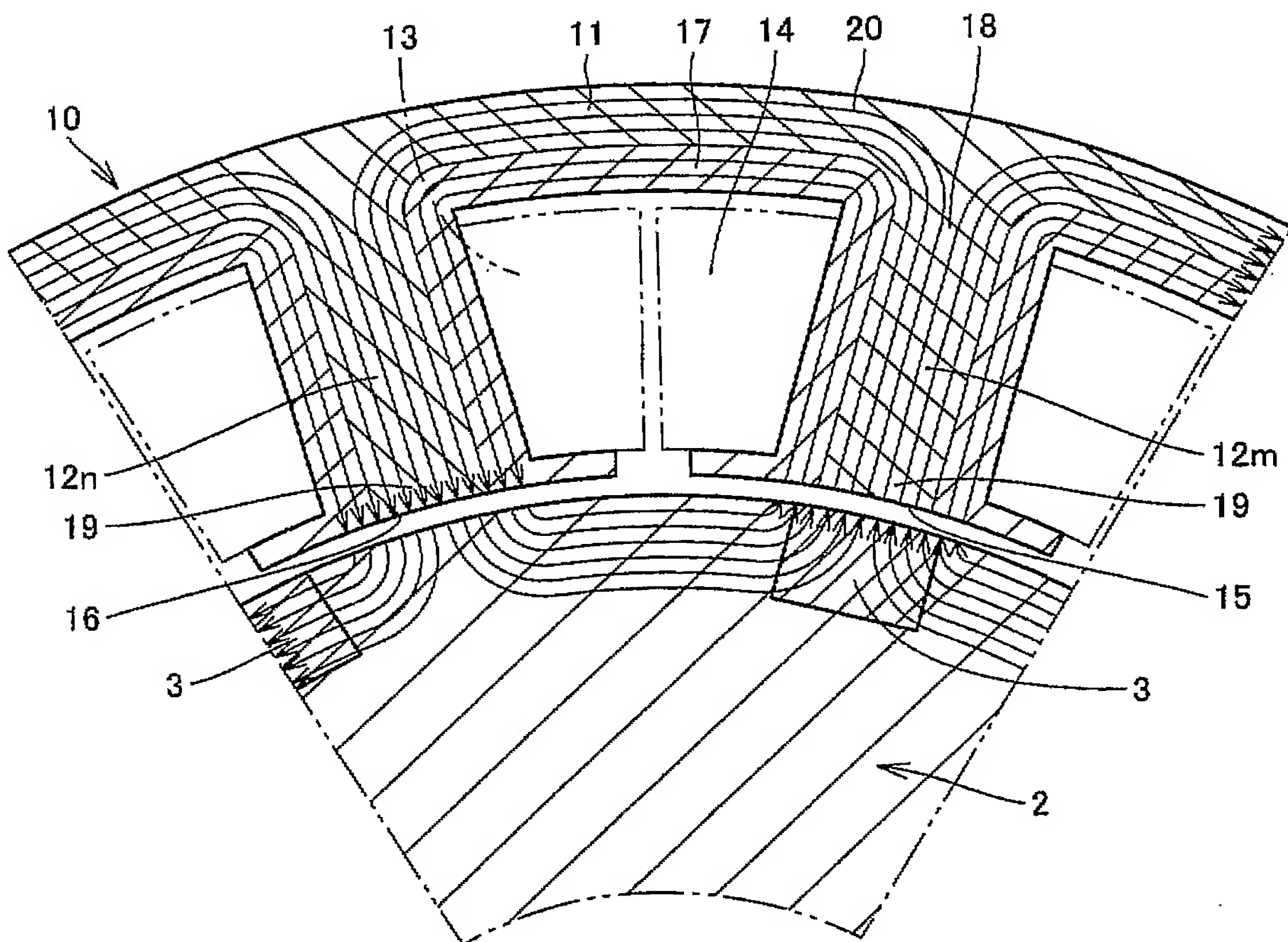
【書類名】 図面
【図 1】



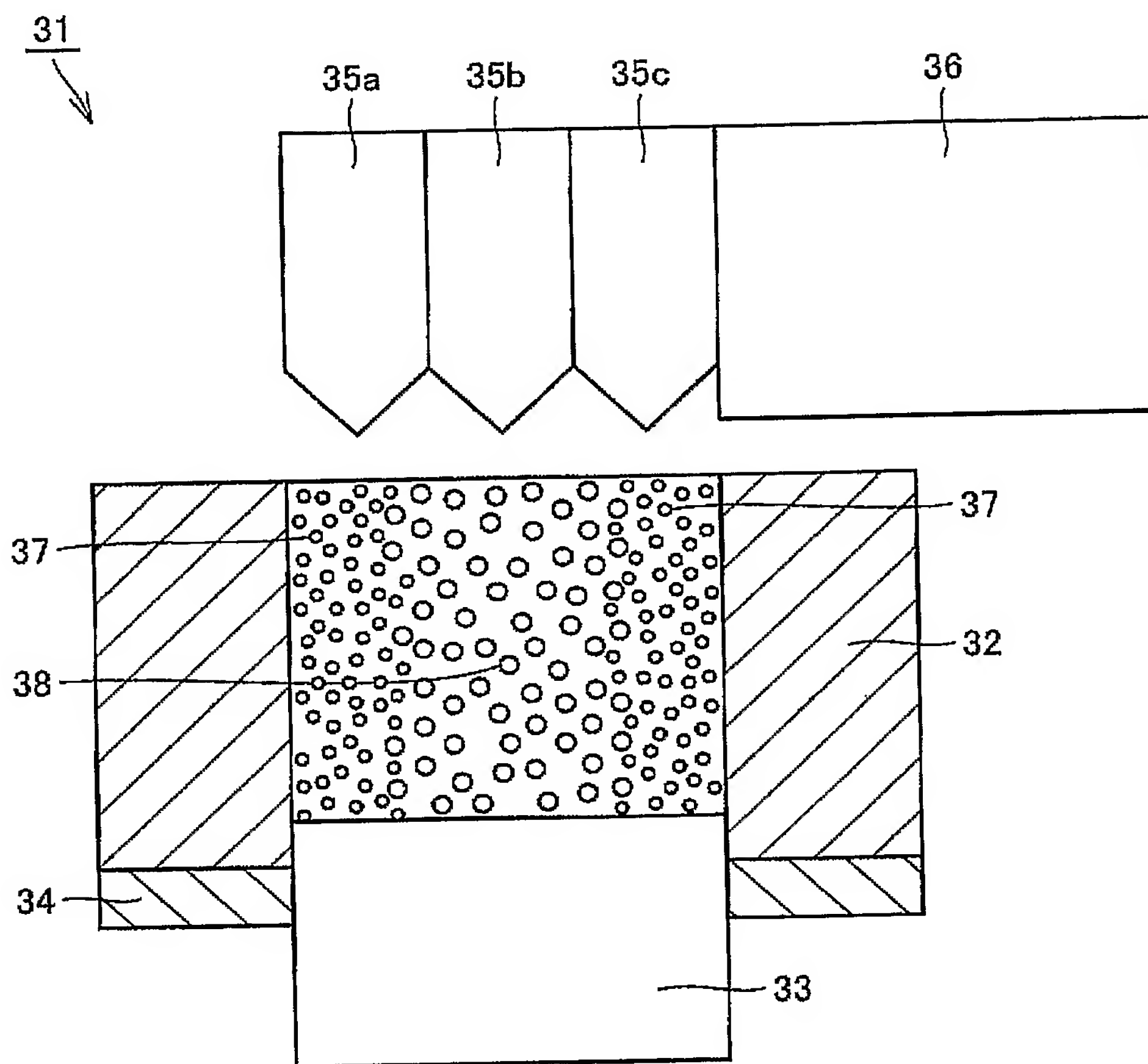
【図 2】



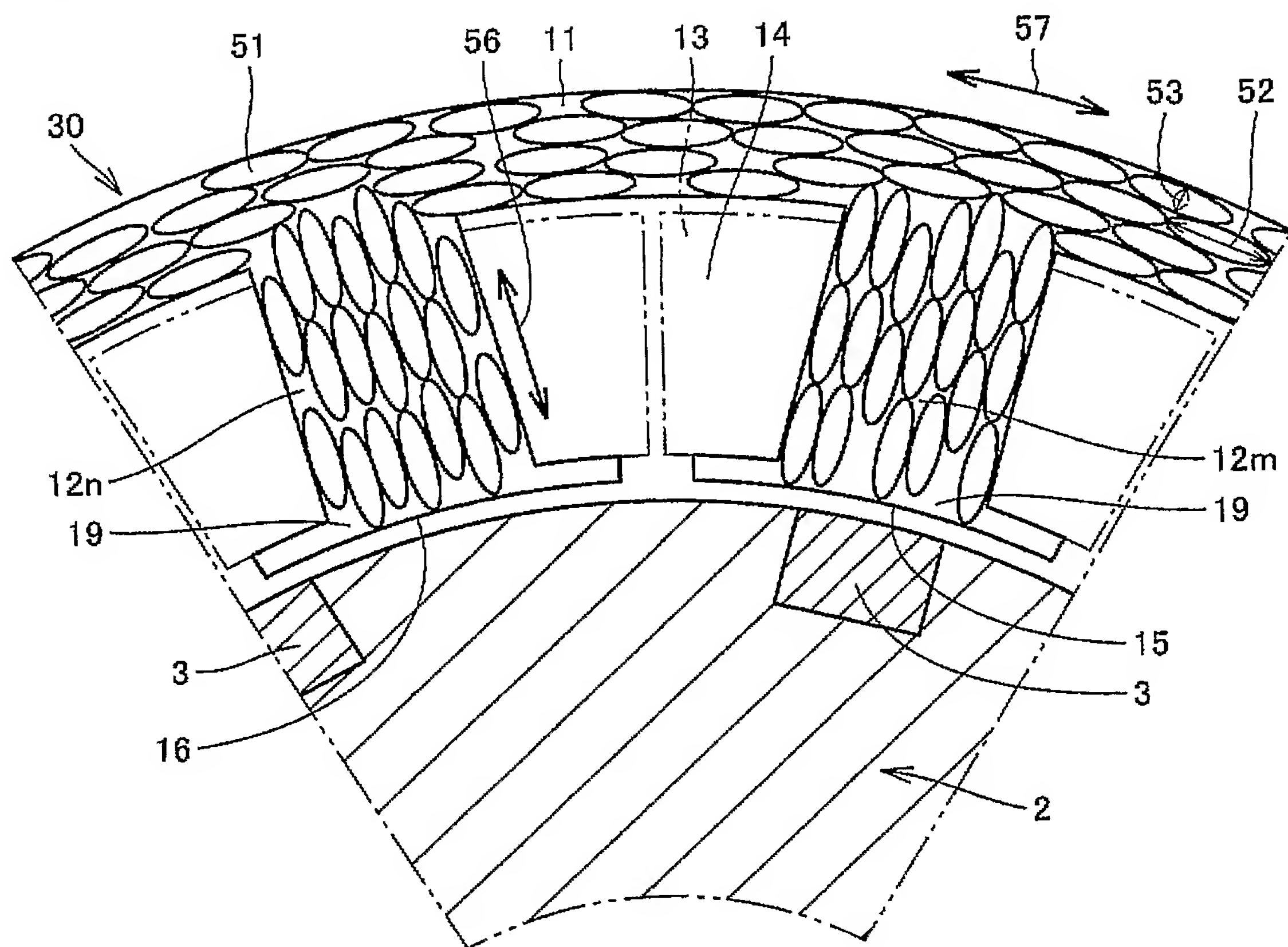
【図 3】



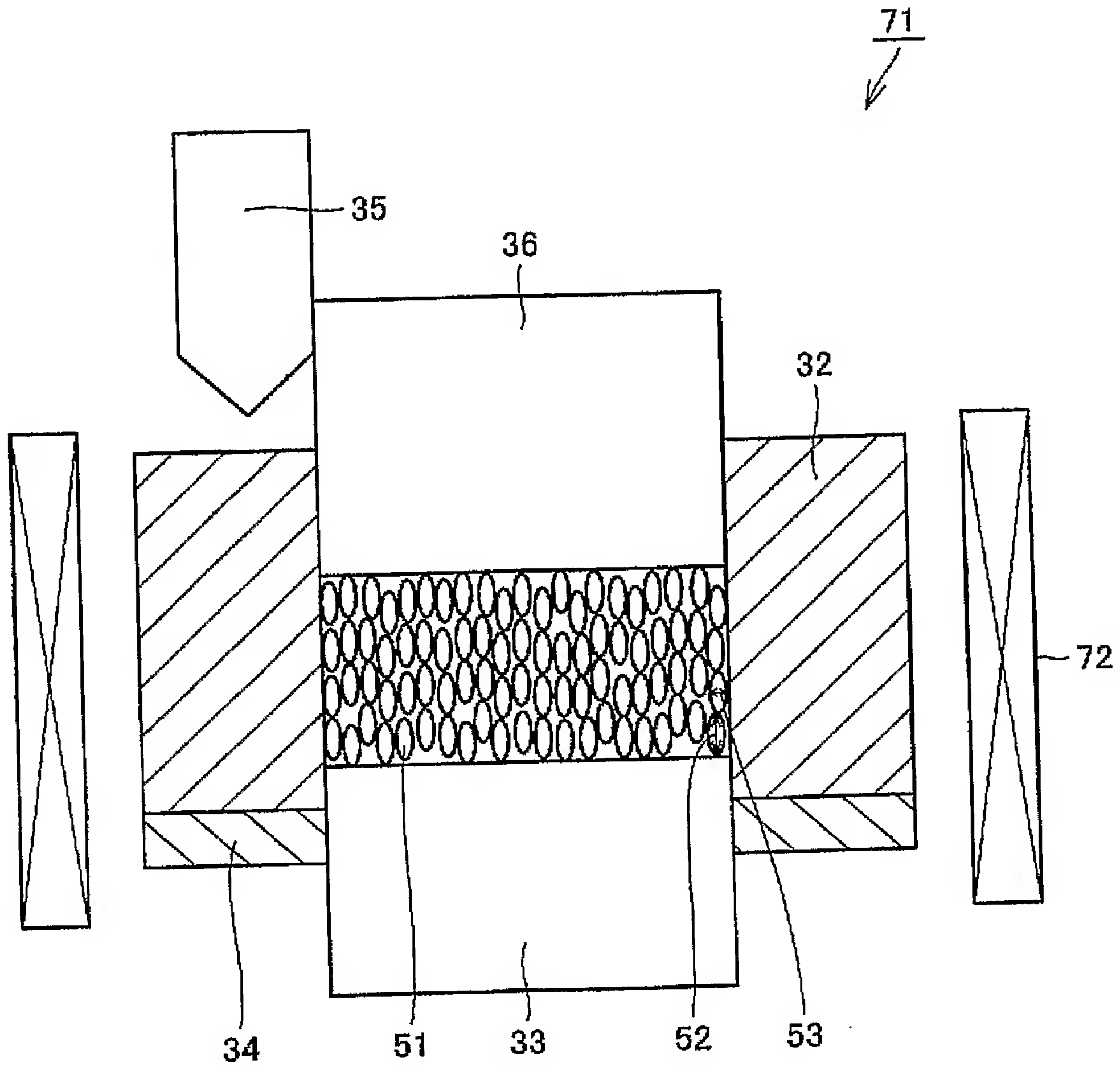
【図 4】



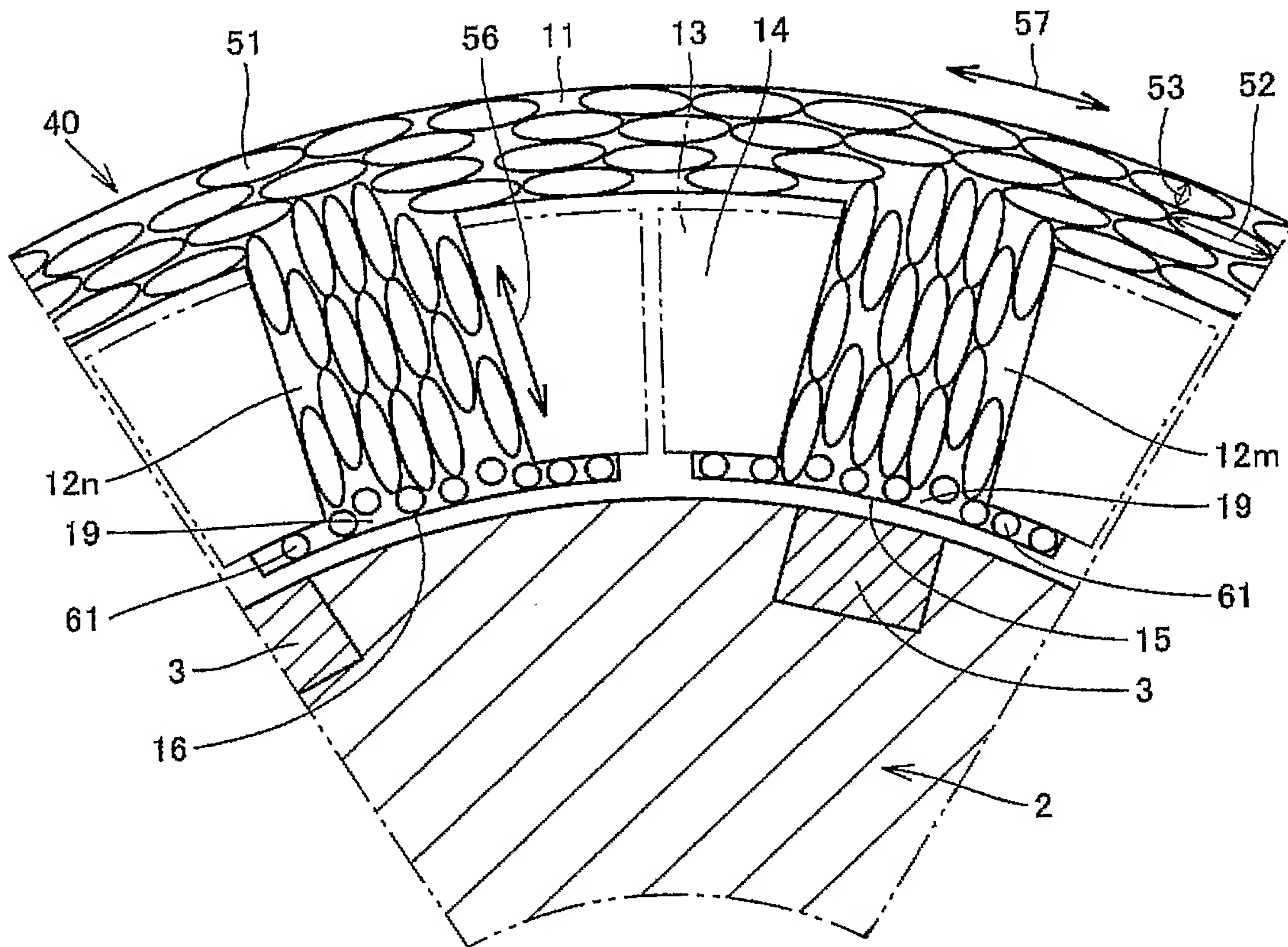
【図 5】



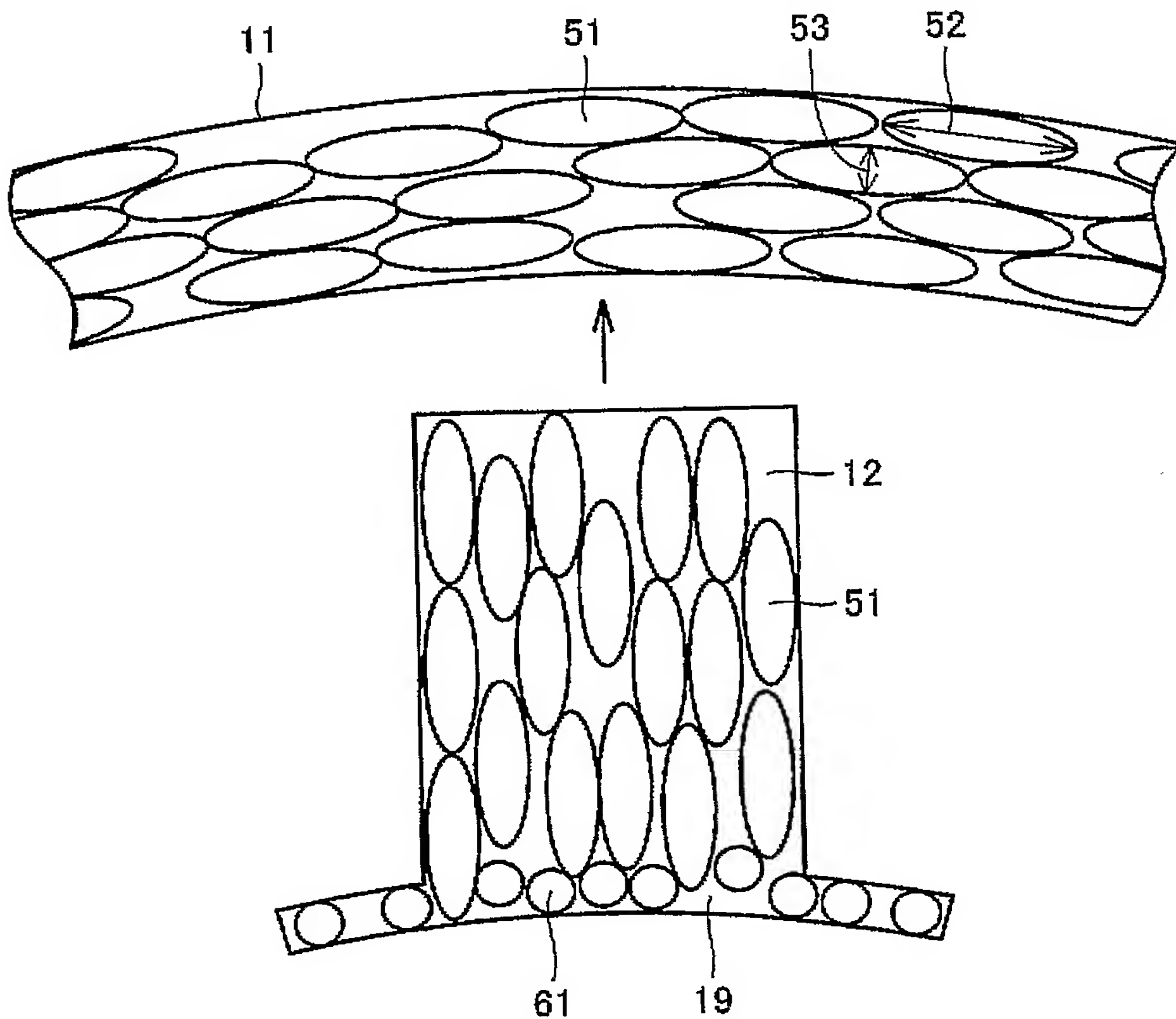
【図 6】



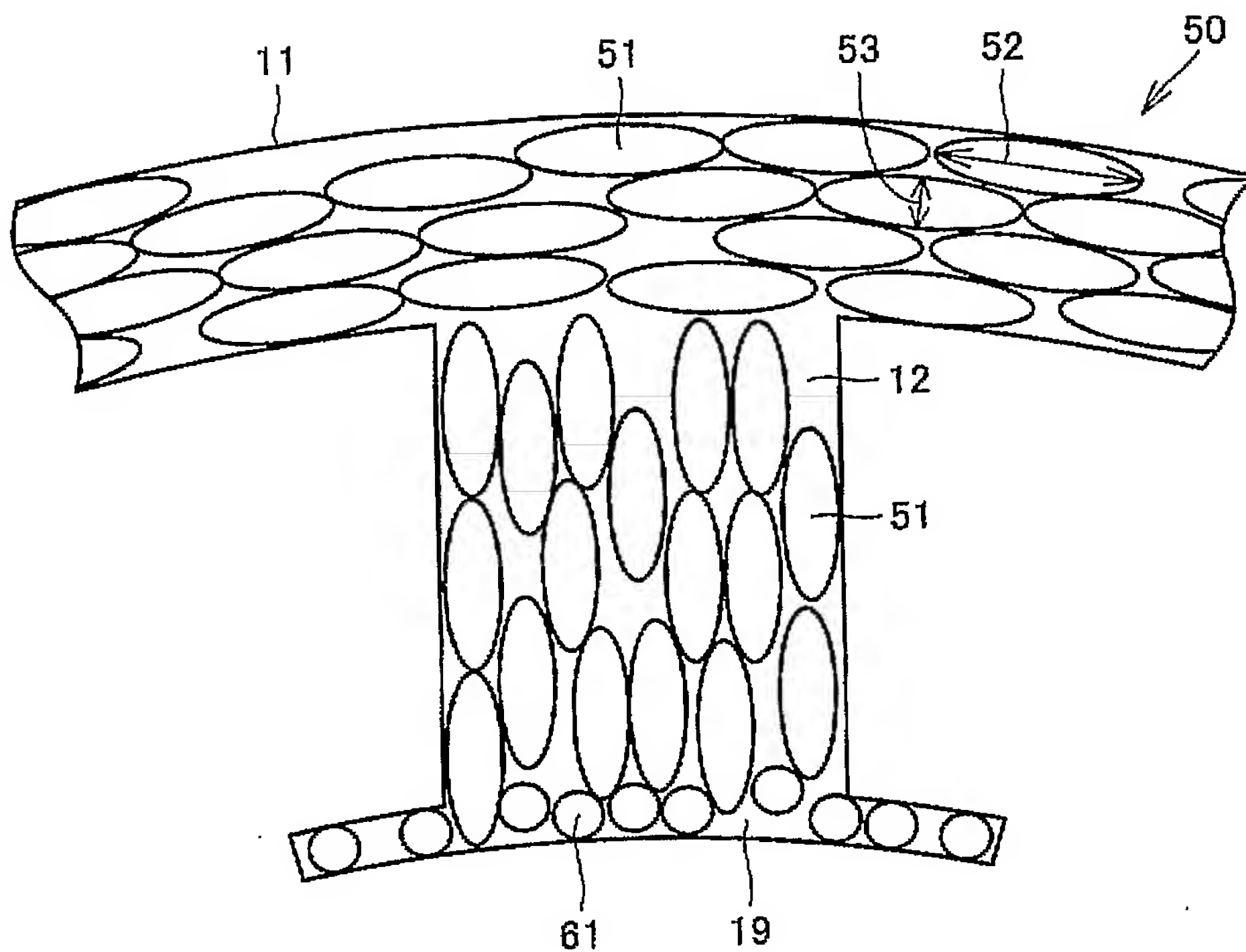
【図 7】



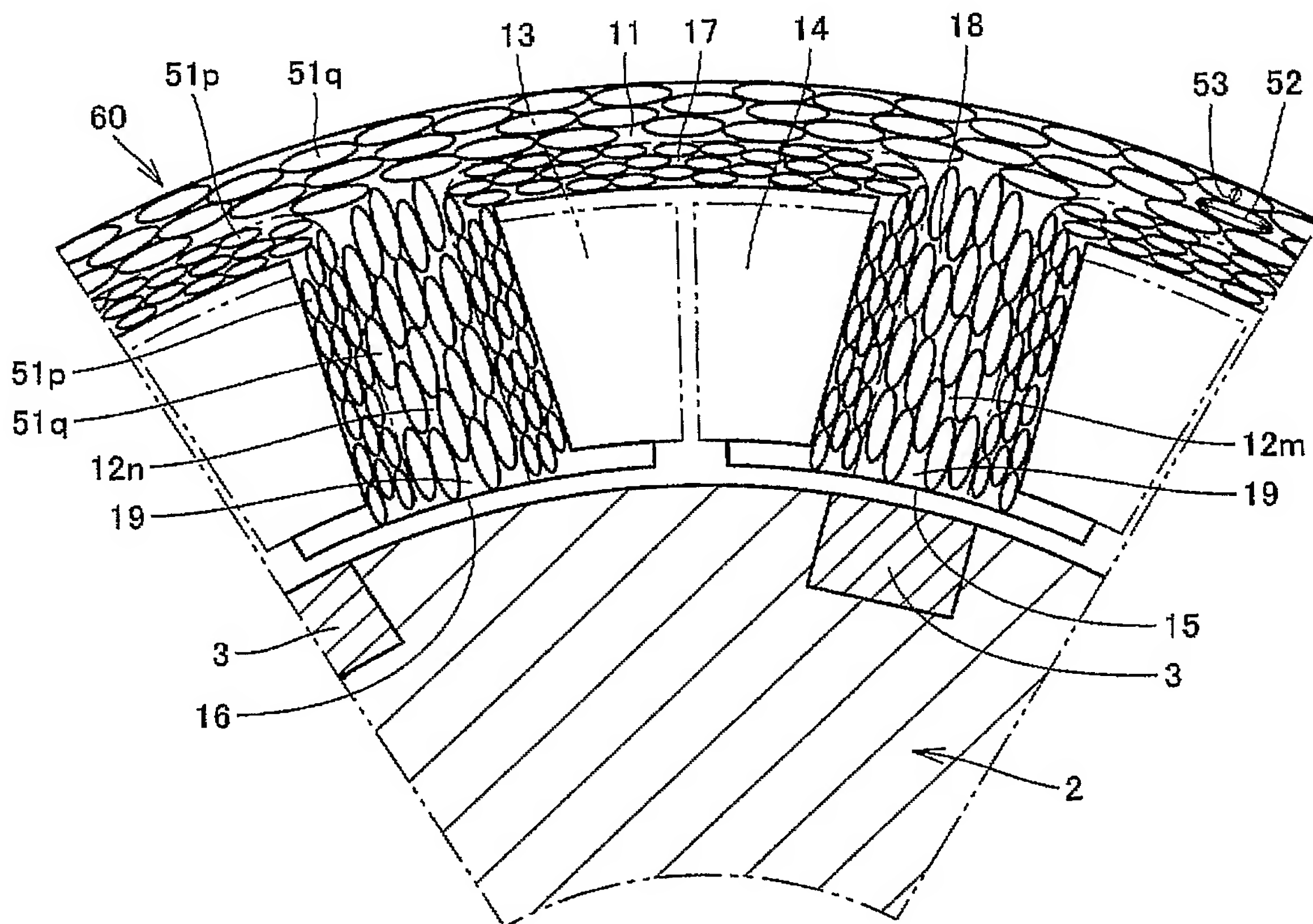
【図 8】



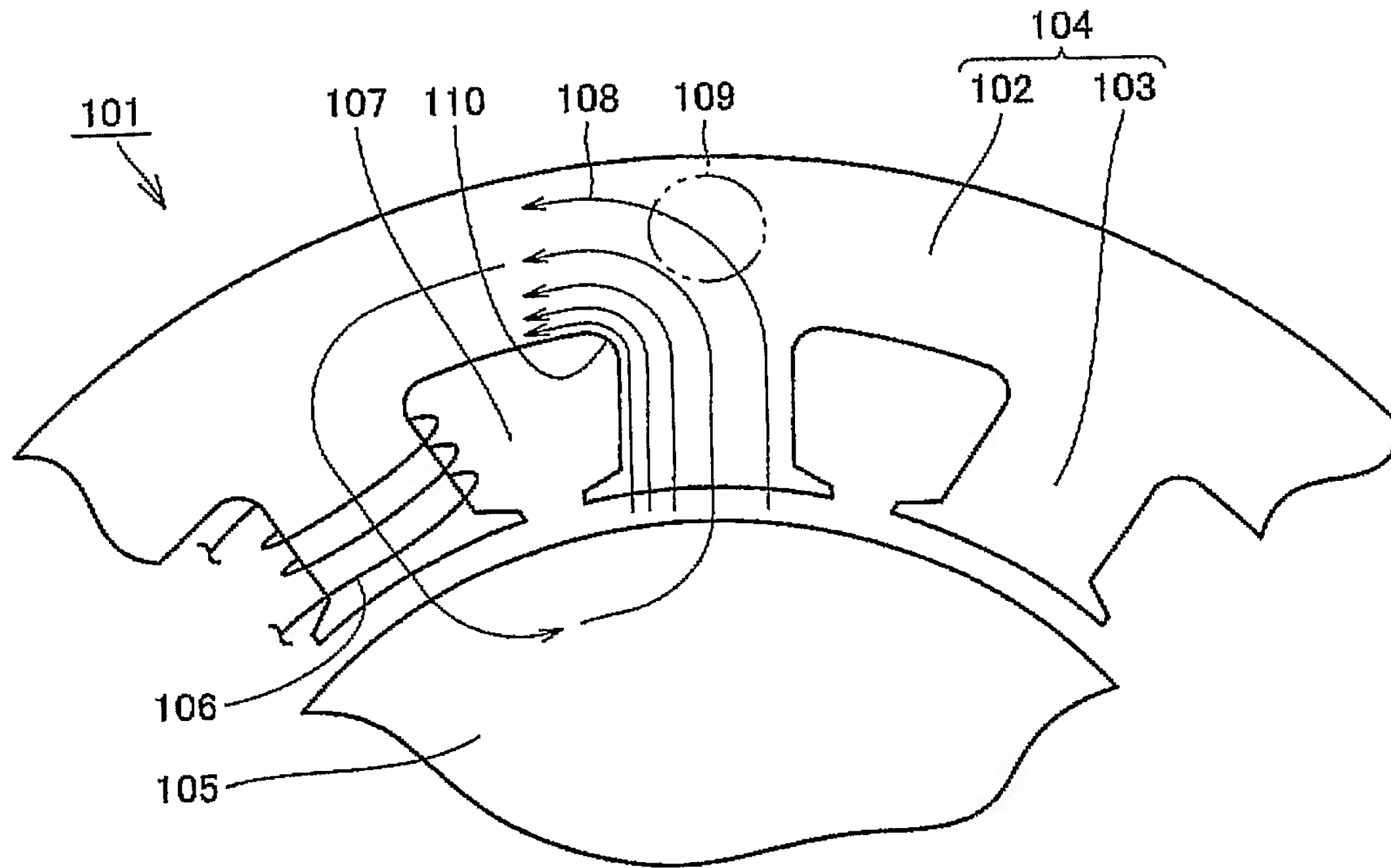
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所望の磁気的特性を有し、鉄損の低減が十分に図られた圧粉磁心およびステータコアを提供する。

【解決手段】 圧粉磁心は、始端部 1 5 と終端部 1 6 とを有し、始端部 1 5 から終端部 1 6 に向かって延びる磁力線が内部に形成される。圧粉磁心は、始端部 1 5 と終端部 1 6 とを結ぶ磁力線の最短磁路上に位置し、透磁率 μa を有する第 1 の部分 1 7 と、磁力線 2 0 の最短磁路上から離れて位置し、 μa よりも大きい透磁率 μb を有する第 2 の部分 1 8 とを備える。

【選択図】

図 3

特願 2 0 0 3 - 4 1 9 4 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社

特願 2 0 0 3 - 4 1 9 4 3 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社